

Braunjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weitingen — ein Beitrag zur Landschaftsentwicklung im Vorland der Südlichen Frankenalb (Bayern)

VON HORST GALL, ABDEL HAMID IBRAHIM und DIETER MÜLLER¹⁾

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Auf einer Anhöhe SW Weitingen (NW-Vorries) liegen Reliktschotter eines jüngstpliozänen-ältestpleistozänen Wörnitzlaufes, deren Zusammensetzung auf ein — heute abgetragenes — Einzugsgebiet aus Braunjura-Gesteinen hinweist. Die Schotter können in ihrem Geröllbestand mit altpleistozänen Wörnitz-Geröllsanden SE Aufkirchen verglichen werden, die ebenfalls noch überwiegend Dogger-Komponenten führen, während in den mittelpleistozänen Wörnitz-Ablagerungen der Braunjura-Anteil zugunsten von Keuper und Schwarzem Jura bis zum Verschwinden zurücktritt. Darin spiegelt sich die schrittweise Denudation der Landoberfläche um stellenweise über 150 m bis zum heutigen Niveau wieder.

Wie durch einen Vergleich mit der morphologischen Situation im Obermiozän vor dem Riesereignis ersichtlich ist, sind durch die pliozäne Denudation im N-Vorries vor allem die Sedimente der „postriesischen Plombierung“ sowie die Riestrümmermassen entfernt worden, so daß es zu einer Exhumierung der obermiozänen Landoberfläche kam. Ihr Abtrag bis zum heutigen Niveau erfolgte im wesentlichen erst während des Pleistozäns.

Die besondere Bedeutung der Weitingener Reliktschotter liegt darin, daß — im Gegensatz zu anderen, im Albvorland Frankens einschließlich des Hesselberg-Gebietes weit verbreiteten jüngeren Reliktgesteinen — hier erstmals eine nähere Datierung des Abtragsvorganges möglich ist.

Summary

On an elevation SW of Weitingen (NW of Ries crater) lie gravel remnants of the ancient Wörnitz river channel deposits of Upper Pliocene, Lower Pleistocene age. The petrological composition of these gravels indicates a drainage basin in Middle Jurassic beds, which have been subsequently eroded away.

¹⁾ Dr. H. GALL, Dipl.-Geol. A. H. IBRAHIM und Dr. D. MÜLLER, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Str. 10.

The gravel composition is comparable to that of Wörnitz gravel sands of Lower Pleistocene age, SW of Aufkirchen. The latter consist mainly of Middle Jurassic sediments whereas the Middle Jurassic share in the Wörnitz deposits of Middle Pleistocene age is reduced to insignificance in favour of that of Upper Triassic (Keuper) and Lower Jurassic. This indicates a gradual erosion of the land surface to the present level. At some places the erosion depth is upto 150 m.

On comparing with the Upper Miocene paleogeographic situation before the Ries catastrophe, N of Ries it can be seen that the sediments of the „Post Ries Fillings“ and the „Ries Fragmented Rocks“ (Riestrümmernmassen) were eroded away during Pliocene thereby exposing the Upper Miocene land surface. The erosion of this surface to the present level took place mainly during the Pleistocene.

The importance of the gravel remnants of Weitingen lies in the fact that in contrast to the other very widespread rock remnants to be observed in Franconian Alb Forelands including Hesselberg area it is possible here for the first time to give an accurate date to the erosional process.

Inhalt

A. Einführung	64
B. Braun- und Weißjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weitingen	65
C. Die Landschafts erniedrigung im Albvorland	73
D. Angeführte Schriften	77

A. Einführung

Ausgehend von der intensiven geowissenschaftlichen Durchforschung des Nördlinger Rieses und seiner Umgebung stellt sich in zunehmendem Maße die Frage, warum gerade im nördlichen Vorries die in anderen Vorries-Gebieten weit verbreiteten Bunten Trümmernmassen nur in Gestalt kleiner und zudem riesnaher Vorkommen angetroffen werden. Die im östlichen Vorries noch flächenhaft erhaltenen Sedimente der postriesischen Plombierungsphase fehlen im nördlichen Albvorland — abgesehen von den tiefstgelegenen Süßwassersedimenten des „Altmühl-Rezat-Sees“ — sogar gänzlich. Aus diesen Beobachtungen wurde einerseits auf einen gerichteten Auswurf der Schuttmassen aus dem Ries geschlossen, andererseits blieben die Sedimentationsvorgänge der nachriesischen Zuschüttungsphase kaum verständlich.

Nun konnte SCHERZER (1921) im Albvorland bei Schwabach auf Grund von Jura-Relikten auf Burgsandstein eine erhebliche Landschafts erniedrigung durch Verwitterung und Abtrag nachweisen; ähnliche Relikte wurden aus dem südlichen Rezat-Gebiet bekannt (z. B. BERGER 1968, 1971). Neuere Kartierungen im Hesselberg-Gebiet erbrachten auch für diesen Raum zahlreiche Vorkommen mit herabprojizierten, verwitterten Jura-Gesteinen in pleistozänem Decklehm über bedeutend älterem Untergrund; auch sie geben Hinweise, wie stark die ehemalige Landoberfläche in jüngerer Zeit abgetragen worden sein muß.

Die Datierung dieser Abtragsvorgänge war bisher mangels sicherer Zeitmarken immer sehr problematisch. BERGER (1968, 42 ff.) etwa legte sie am Beispiel der Weißjura-Reliktscholle vom Heidecker Schloßberg bis ins Altoligozän zurück. An

einem Vorkommen bei Weitingen, das Relikte jüngerer Jura-Schichten in Form von z. T. wenig widerstandsfähigen Geröllen führt, kann nun gezeigt werden, daß die heutige Landoberfläche erst ziemlich spät, in jüngsttertiär-quartärer Zeit, entstanden sein muß. Wegen seiner Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des Albvorlandes wird es im folgenden ausführlich behandelt.

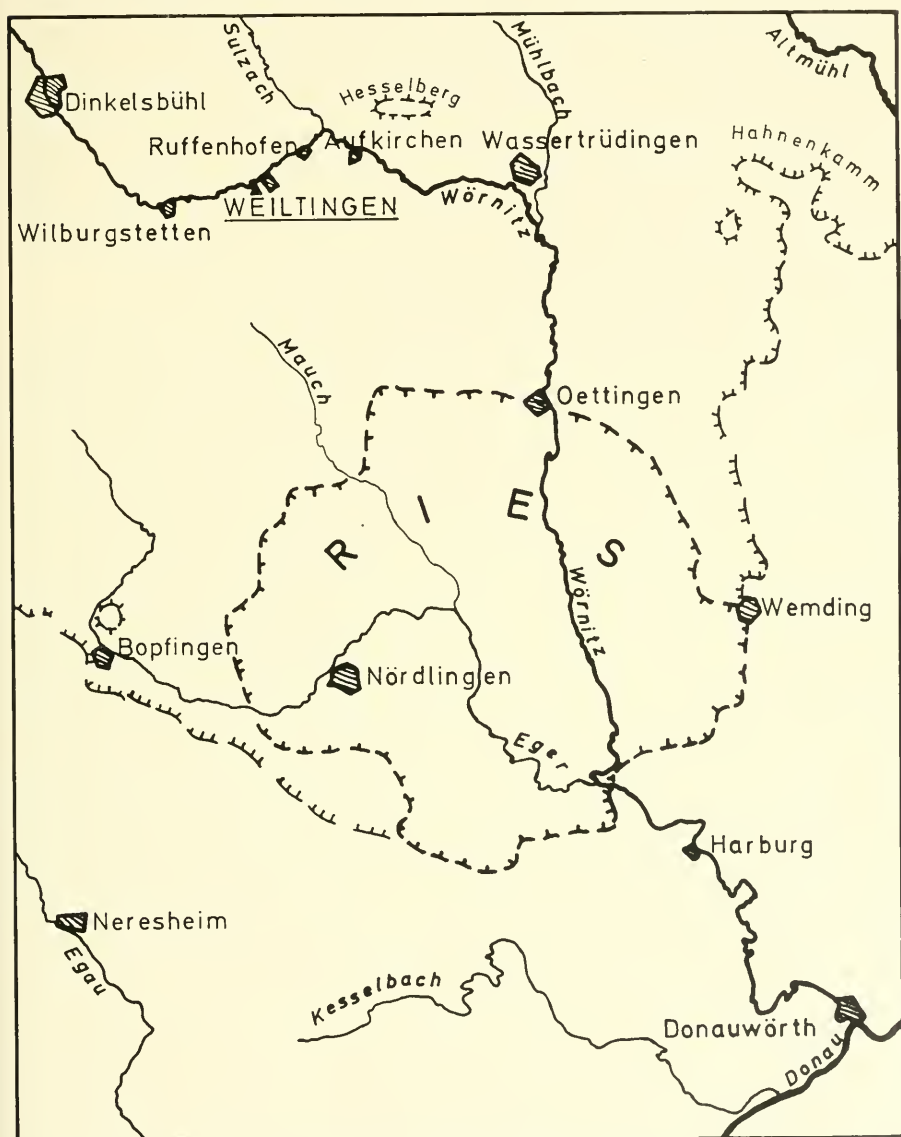


Abb. 1: Lageskizze des Schotterrelikt-Vorkommens bei Weitingen nördlich des Nördlinger Rieses im westlichen Hesselberg-Vorland.

B. Braun- und Weißjura-Geröllrelikte über unterem Lias bei Weiltingen

Bei seiner Diplomkartierung auf Gradabteilungsblatt 1 : 25 000 Weiltingen 6928 (Hesselberg-Gebiet, SW-Frankenalb) fand der Mitverfasser IBRAHIM (1970) Relikte jüngerer, im Arbeitsgebiet bereits abgetragener Jura-Gesteine auf unterem Lias, die wegen ihres ungewöhnlichen Auftretens seine Aufmerksamkeit erregten.

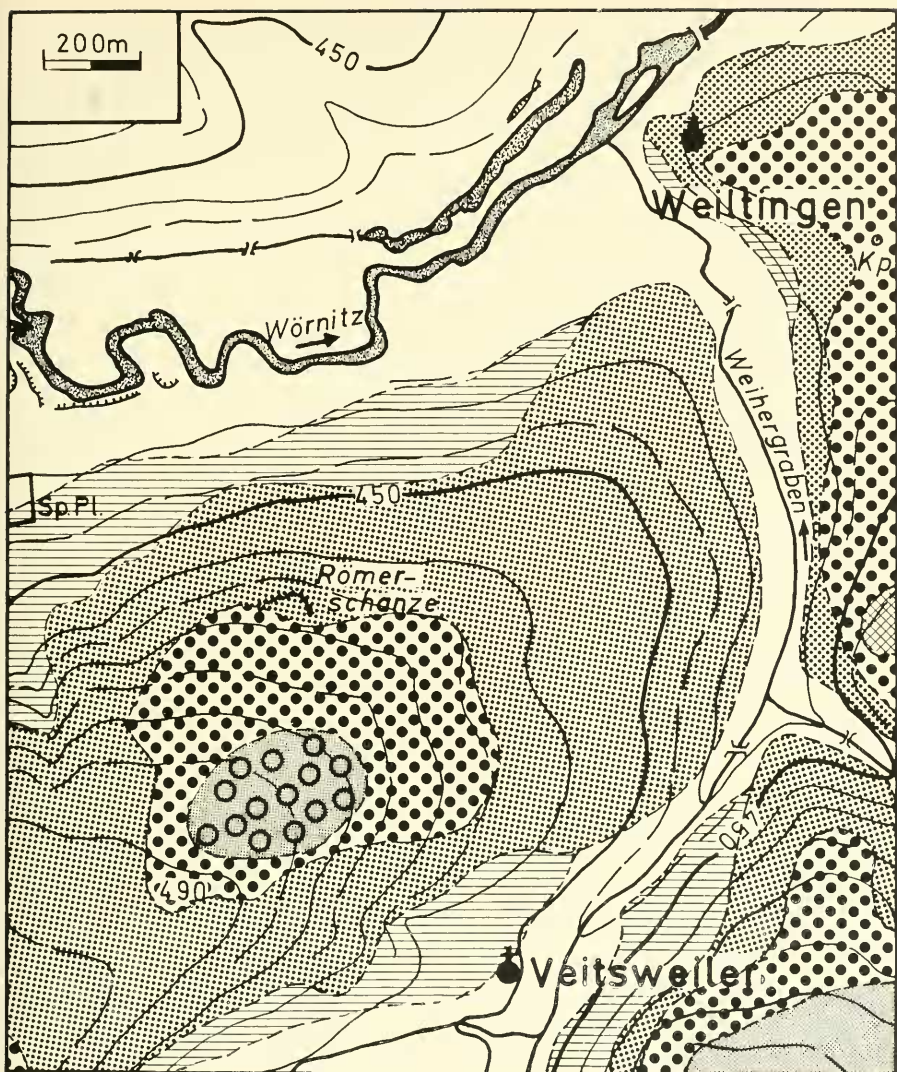
Das Kartierungsgebiet gehört dem westlichen Teil des Hesselberg-Vorlandes im NNW des Nördlinger Rieses an, wo die Würnitz aus dem Sandsteinkeuper-Land der Frankenhöhe in den Schwarzen Jura des Hesselberg-Gebietes eintritt (Abb. 1). Dort liegt das Vorkommen auf einer gegen NE (Weiltingen) sich langsam abda-chenden Anhöhe südlich der Würnitz, 600 m NW Veitsweiler (3505100/5433350), zwischen den Isohypsen 480 und 490 m NN (50 bis 60 m über Würnitzspiegel). Es hat die Form einer in NE-SW-Richtung gestreckten Ellipse von 375×250 m. Seine Unterlage bilden leicht gegen NE einfallende, rostbraun verwitterte Grobsandsteine der Arietenschichten (Lias a_3), denen sich hangabwärts, im SW auch in topographisch höherem Niveau, die hellgelblichen, plattigen Feinsandsteine der unterlagernden Angulatenschichten (Lias a_2) anschließen (Abb. 2).

Das Vorkommen selbst besteht aus einem gelbbraunen, schluffig-feinsandigen Lehm (mit Wurzelröhrchen), der hangabwärts gegen N und NE zunehmend mehr Mittel- und Grobsand führt und an der Oberfläche von feinen bis äußerst groben, kalkfreien Jura-Reliktgesteinskomponenten dicht durchsetzt ist. Handbohrungen ergaben eine maximale Mächtigkeit von 1,2 m sowie ein charakteristisches Vertikalprofil: Unter der an Komponenten reichen obersten Zone (bis 0,4 m) folgt die Hauptmasse des gelbbraunen Lehms mit bedeutend weniger Relikten; im basalen Bereich sind hellgraue, tonige sowie grobsandreiche Partien eingeschaltet, die den Übergang zum verwitterten Arietenkalksandstein vermitteln.

An Komponenten fand IBRAHIM (1970) vorwiegend plattige Limonitsandstein-Schwarten (Dogger β , bis 8 cm), Angulatensandstein, fossilführenden Eisensandstein (Dogger β) mit *Pseudomonotis elegans* (MÜNSTER) und *Posidonomya* cf. *suessi* (OPPEL) sowie derbe, sandfreie Limonitknöllchen (Malm α), z. T. als Steinkerne von meist sehr schlecht erhaltenen Fossilien: unbestimmbare Ammonitenreste, darunter Gabelripper, *Rhynchonella* sp. und ein wohlerhaltenes Exemplar von *Aulacothyris impressa* (BRONGNIART).

Bei einer neuerlichen gemeinsamen Begehung des Vorkommens konnten die Kenntnisse über seine Zusammensetzung und Entstehung wesentlich erweitert werden. Gestalt und Größe zumal der weicheren Sandsteinkomponenten ließen nämlich unzweifelhaft Reliktgerölle eines alten Schotters erkennen, die den gelbbraunen Lehm dicht durchsetzen. Durch Aufsammlungen auf den Äckern sowie Untersuchung einer Schlammprobe (4 kg) aus dem SW-Teil des Vorkommens waren folgende Komponenten (in stratigraphischer Reihenfolge) nachzuweisen:

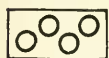
Abb. 2: Geologische Spezialkarte des Schotterrelikt-Vorkommens südwestlich Weiltingen und seiner näheren Umgebung.



Decklehm



Arietenkalksandst.
(Lias α 3)



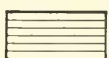
Schotterrelikte



Angulatensandst.
(Lias α 2)



Lias $\beta + \gamma$



Feuerletten

1. Quarzgerölle (bis 55 mm); Farbe hellbläulich-grau, hellocker, bräunlich, milchweiß, schmutzgrau, blaßrot; derb bis feinkörnig; kantengerundet bis — seltener — abgerollt. Herkunft: Sandsteinkeuper, vor allem oberer Burgsandstein. Streufunde auf den Äckern; in der Probe nur Quarzkörner bis 4, maximal 6 mm, die auch aus dem liegenden Arietenskalksandstein stammen können. Gegen anthropogene Verschleppung sprechen die häufigen, nur in den Randzonen intensiveren bräunlich-rötlichen Farben, die auf Brauneisen-Infiltration bei der Lagerung auf einer alten Landoberfläche zurückzuführen sind, sowie Funde mit noch anhaftendem, limonitisch verfestigtem Fein- bis Grobsand als Relikt des heute ausgewaschenen, fluviatilen Sandzwischenmittels der Schotter.
2. Chaledone (bis 27 mm); Farbe weiß- bis blaßrot; Struktur hornsteinartig dicht mit zahlreichen zwickelartigen Hohlräumen, in denen Quarz auskristallisiert ist; scharfkantig (Bruchstücke) bis schwach kantengerundet. Herkunft: Sandsteinkeuper, vor allem unterer und mittlerer Burgsandstein (vgl. EMMERT 1964, Abb. 18). Nur spärliche Streufunde auf den Äckern; anthropogene Verschleppung nicht ausgeschlossen, doch nicht sehr wahrscheinlich (bezeichnender Bestandteil älterer und jüngerer Wörnitzsande, S. 70 ff.).
3. Angulatensandstein, Lias α_2 (bis > 100 mm; Probe: bis 77 mm); hellocker-gelber bis gelbgrünlich-weißlicher, glimmerführender Feinsandstein, plattig bis feinschichtig, fest, mit kieseligem Bindemittel; randlich oft schwarzbraun infiltriert (Fe-Mn-Oxyde aus ausgelaugtem Karbonat); Gerölle plattig mit gerundeten Kanten, eines mit Lebensspuren, die an „Asteriasplatte“ von Frankenhofen (IBRAHIM 1970, 19 f.) erinnern. Untergeordnete Komponente auf den Äckern und in der Probe.
4. Arietenskalksandstein, Lias α_3 (bis 14 mm); brauner, limonitisch gebundener, entkalkter Grobsandstein. Sehr selten in der Probe; aufgearbeitet aus dem Untergrund.
5. Phosphorit (bis 20 mm); hellbläulich-graues, poröses Kalziumphosphat mit feinem, ausgelaugtem Muschelschill und Grobquarzen; kantengerundete Gerölle aus zerbrochenen Konkretionen. Herkunft: Lias β (aufgearbeitete Unterlage). Spärliche Streufunde auf den Äckern.
6. Toneisenstein (bis 40 mm); vorwiegend ockergelber, untergeordnet auch karminroter, toniger, weicher Limonit; meist dünne, scherbige Plättchen mit gerundeten Kanten, seltener fast ideale Gerölle, gelegentlich noch kaum beanspruchte konzentrisch-schalige Konkretionen. Herkunft: vor allem Lias δ (mit Fossilien belegt, S. 69) und Dogger α . Einzelne Stücke mit anhaftenden Grobquarzen aus basalem Arietensandstein (umgelagert aus Angulatensandstein), andere mit Feinsandschmitzen aus Dogger β ; ein rotes Geröll mit sandsteinerfüllten Pholadenbohrlöchern ($\varnothing$ 5 mm) wahrscheinlich aus Dogger γ . Hauptkomponente auf den Äckern und in der Probe.
7. Eisensandstein, Dogger β (bis > 100 mm; Probe: bis 38 mm); vorwiegend okkerbrauner bis brauner, mäßig fester, glimmerhaltiger Feinsandstein, häufig mit braunen Limonitschnüren oder Toneisensteinlagen, mit den Gruppen „Limonitsandstein“ und „Toneisenstein“ durch fließende Übergänge verbunden; nicht selten Muschelschill, meist *Pseudomonotis*, seltener *Variamussium pumilum* (LAMARCK). Vom Angulatensandstein durch dunkler braune Farbe, Fehlen grünlicher Farbtöne, etwas gröberes Korn, geringere Festigkeit und weniger plattigen Habitus unterschieden; Abgrenzung dennoch im einzelnen oft fraglich. Deutlich kantengerundet, häufig ideale Gerölle. Wesentliche Komponente auf den Äckern und in der Probe.
8. Ooidischer Erzsandstein, Dogger β (bis 29 mm; Probe: bis 24 mm); je nach Erzgehalt braunroter bis schwarz-karminroter Feinsandstein mit zahlreichen kleinen Roteisenooiden, übergehend in ooidführendes Derberz, gelegentlich Übergänge in Toneisenstein. Herkunft: Eisenerzlöze bzw. Flözsandsteine des Dogger β ; charakteristisches Leitgestein. Komponenten kantengerundet bis abgerollt, oft sehr mürbe und zum Zerfall neigend, daher Anreicherung mit abnehmender Korngröße. Untergeordnete Komponente auf den Äckern und in der Probe.

9. **Limonitsandstein** (bis > 100 mm; Probe: bis 44 mm); schwarzbrauner, stark verfestigter, glimmerhaltiger Feinsandstein mit dichtem, limonitisch-kieseligem Bindemittel, häufig überleitend in mürben, ockerbraunen Sandstein, durch Abnahme des Quarzsandgehalts auch in Limonit, Toneisenstein oder rotes Erz. Nicht selten Muschelsteinkerne, z. T. sogar in Menge, vorwiegend von der leitenden Art *Variamussium pumilum* (LAMARCK). Herkunft demnach vorwiegend aus Dogger β -Sandstein (oxydierter grüner Chamosit-Sandstein mit Spateisenstein, v. FREYBERG 1968), untergeordnet auch Angulatensandstein (S. 68). Komponenten meist scherbzig mit wulstigen Oberflächen („Limonitschwarten“), seltener kantengerundete plattige Gerölle. Zweithäufigste Komponente auf den Äckern und in der Probe.
10. **Limonitknöllchen** (bis 24 mm; Probe: bis 11 mm); schwarz- bis dunkelbrauner, dichter und harter Limonit in nierig-traubigen Knöllchen mit meist glänzend polierter Oberfläche. Wenig abgerollte, zu Limonit oxydierte ehemalige Pyritkonkretionen aus Lias δ und Malm α , auf Grund der Erhaltung von aufgesammelten Fossilien wohl vorwiegend aus letzterem. Stratigraphisch verwertbare Fossilfunde (isolierte Limonitsteinkerne):

Lias δ (Erhaltung: Limonit weniger derb, Oberflächen z. T. ockerbraun und matt)
Amalthæus cf. *subnodosus* (YOUNG & BIRD), Innenwindung
Pleuroceras cf. *transiens* (FRENTZEN);

Malm α (Erhaltung: Limonit derb, Oberflächen schwarzbraun, glänzend)
Aulacothyris impressa (BRONGNIART);

Unsicher, wahrscheinlich Malm α
 „*Terebratula*“ sp. (non *Aulacothyris impressa*)
 Crinoidea gen. indet. (Kelch)
 Ammonoidea gen. et sp. indet. (z. T. gabelrippig).
 Streufunde auf den Äckern, in der Probe vereinzelt.

Zur **quantitativen** Auswertung des Geröllbestandes wurde die Fraktion > 4 mm der Schlammprobe herangezogen. In der Fraktion 2—4 mm ist die Zusammensetzung ähnlich, lediglich Quarzkörner (aus der Lias-Unterlage) und Limonitknöllchen nehmen stärker zu.

Schwierigkeiten bei der Abgrenzung und stratigraphischen Zuordnung bzw. Gliederung der einzelnen Gruppen können einen gewissen Fehler bringen, ohne indessen die Größenordnung zu beeinträchtigen.

Zusammensetzung (Stück-%, Geröllzahl 581):

Quarz	+	Eisensandstein	15
Angulatensandstein	5	ooidischer Erzsandstein	4,5
Arietensandstein	+	Limonitsandstein	23,5
Phosphorit	+	Limonitknöllchen	+
Toneisenstein	52		

Nach Schichten zusammengefaßt ergibt sich etwa:

Lias α_2	> 5 %
Lias δ + Dogger α	< 52 %
Dogger β	> 43 %

Andere Stufen sind nur untergeordnet (Keuper, Lias α_3 , Lias β , Dogger γ) oder überhaupt nicht repräsentiert. Natürlich kann eine einzelne Probe keinen exakten Aufschluß über die Zusammensetzung des ganzen, im einzelnen sicher inhomogenen Vorkommens geben, doch genügt für die vorliegende Untersuchung bereits eine näherungsweise Ermittlung der Größenordnung.

Größe und Form der Komponenten, besonders der oft ideal gerundeten Eisensandsteine, aber auch der Toneisensteine, geben sichere Hinweise auf eine alte Flußablagerung, die allerdings nicht mehr unversehrt vorliegt. Das Zwischenglied der Gerölle wird nämlich nicht mehr von der Sandfraktion, sondern von gelbbraunem Schlufflehm gebildet, der — wie Untersuchungen an ähnlichen Lehmen vergleichbarer geologischer Position östlich des Hesselberges (SCHMIDT-KALER 1970, 50 f.) zeigen, im wesentlichen als verlehmteter Löß zu deuten ist. Sandige Anteile sind auf Flugsand, wie er in reinerer Form SE Wilburgstetten verbreitet ist (IBRAHIM 1970, 57 f.), zurückzuführen, Grobquarze (ϕ 1—4 mm) dagegen von der Unterlage (Lias α_3) abzuleiten. Wie Handbohrungen zeigten, ist die Hauptmasse des Lehms sogar ziemlich geröllarm, womit als Ursache der oberflächennahen Geröllanreicherung holozäne Abspülung der obersten Lößlehm-Schichten in Frage kommt. Auch die Geröllfraktion der Schlammprobe läßt eine deutliche Abnahme der Volumenanteile mit sinkender Korngröße erkennen. Damit liegt ein mehr oder weniger weit herabprojizierter Reliktschotter vor, dessen feinere Anteile bereits ganz oder teilweise der Abspülung zum Opfer fielen, und dessen Reste im jüngeren Pleistozän von Löß bedeckt und mit ihm kryoturbativ vermengt wurden. Die ursprüngliche Schotterbasis dürfte allerdings kaum wesentlich höher als heute gelegen haben. Gegen eine stärkere Umlagerung spricht vor allem das Auftreten leicht zerstörbarer Geröllkomponenten wie der mürben Dogger β -Eisensandsteine, Erzsandsteine und der Toneisensteine, die eine längere Exposition kaum überstanden hätten, sowie die Morphologie. Die Hauptmasse des Vorkommens liegt nämlich bereits auf der Plateauhöhe des Rückens SW Weiltingen, zwischen 485 und 490 m NN, in fast tischebener Lage unmittelbar am Rand der Ostabdachung, an welcher es wohl infolge jüngerer Solifluktion noch etwas herabreicht. Gegen Westen steigt das Plateau fast unmerklich noch bis etwa 505 m NN an (vgl. Abb. 2). Höhere Erhebungen, von denen man die Geröllrelikte durch Solifluktion ableiten könnte, fehlen. Damit dürfte auch die ursprüngliche Schotterbasis kaum über 490 m NN — 60 m über Wörnitzspiegel — gelegen haben.

Über die mögliche, primäre Zusammensetzung der alten Flußablagerung können Vorkommen jüngerer, noch im Verband befindlicher fluviatiler Geröllsande im Hesselberg-Gebiet Hinweise geben. Sie lassen sich — nach bisheriger, noch mangelhafter Kenntnis — mindestens z w e i verschieden alten Aufschüttungsniveaus zuordnen.

Das ältere Niveau ist bisher von der Anhöhe 2 km SE Aufkirchen bekannt, wo Geröllsande der Wörnitz in einer noch heute in Betrieb befindlichen kleinen Sandgrube (topographische Karte 1:25 000 Blatt Wassertrüdingen 6929; 4391820/5434600) erschlossen sind. Die Basis — über Amaltheenton (Lias δ) — liegt auf etwa 450 m NN, 25 m über Wörnitzspiegel.

Ein vergleichbares Vorkommen mit der Basis knapp 30 m über der Talaue wurde am Unterlauf der Wörnitz, nördlich des großen Hühnerberges bei Harburg, gefunden (HOLLAUS 1969, 39).

In der Aufkirchener Grube sind hellockergelbe bis rotbraune, schräggeschichtete, mittel- bis grobkörnige Wörnitzsande mit deutlichem Feldspatgehalt und dünnen Geröllbändern in einer Mächtigkeit von ca. 5—6 m zu beobachten. Sie werden — mit einer ca. 0,5 m mächtigen lehmig-sandigen Übergangszone — von hellockergelb-rötlichgelbem Schlufflehm bedeckt, der noch ca. 1 m mächtig erschlossen ist und bis zur Kuppe des Hügels (465 m NN) reicht.

Eine Geröllprobe aus dem schon von BRUNNACKER (1952) beschriebenen Aufschluß, der damals noch wesentlich kleiner gewesen sein muß, zeigte folgende Zusammensetzung (Fraktion > 4 mm, Geröllzahl 572):

Feldspat	(— 8 mm)	+	Toneisenstein	(—30 mm)	40 %
Quarz	(—41 mm)	16 %	Eisensandstein	(—86 mm)	9 %
Chalzedon	(—15 mm)	1 %	+ Erzsandstein		
Keupersandstein	(—38 mm)	1 %	Limonitsandstein	(—72 mm)	27 %
Angulatussandstein	(—68 mm)	2 %	Limonitknöllchen	(—20 mm)	4 %

Die Geröllzusammensetzung ist der des Reliktorkommens von Weiltingen erstaunlich ähnlich. Hier wie dort bilden Toneisensteine die Haupt-, Dogger β -Gesteine die erste Nebekomponente. Unterschiedlich sind vor allem die wesentlich stärkere Beteiligung von Quarz sowie in Weiltingen nicht nachgewiesene Komponenten wie Keuper-Sandsteine (mittel- bis grobkörnig, weißlich-grau mit rötlich-braunen, braunen und dunklen Flecken und Streifen, mäßig fest; Sandsteinkeuper) und Feldspäte.

Das Alter der Aufkirchener sowie der Harburger Wörnitzsande, die beide bisher noch keine Fossilien geliefert haben, wird von HOLLAUS (1969, 39) als prä-rißeiszeitlich angegeben. Das Höchstalter läßt sich näherungsweise durch Korrelation mit den zwar 18 km von Harburg entfernten, aber zum gleichen Vorfluter Donau orientierten, glaziofluvialen Schottern des oberschwäbischen Riedellandes S Donauwörth ermitteln. In diesem Gebiet entspricht die Höhe der altpleistozänen, vorwiegend der Günz-Eiszeit angehörenden „Älteren Deckenschotter“ der Zusan (Basis 30—35 m über Donau bzw. 25 m über Lech) etwa der der Aufkirchener Sande, so daß diese in erster Näherung der Günzeiszeit zugeordnet werden können.

Das tiefere Niveau ist sowohl im Wörnitz- wie Sulzachtal weit verbreitet, vor allem bei Wilburgstetten, wo die Sande heute noch in großem Umfang abgebaut werden. Ein schon etwas verfallener, sehr instruktiver Aufschluß liegt nördlich der Wörnitz 500 m NW Ruffenhofen (Blatt 6928 Weiltingen; 3507220/5436160); er erschließt etwa 3,5 m Wörnitzsande, an der Oberkante verlehmt, die mit scharfer Grenze von rötlich-gelbbraunem Schlufflehm bis 0,9 m Mächtigkeit überlagert werden. Die Oberkante der Sande (ca. 440 m NN) befindet sich nicht ganz 15 m über Wörnitzspiegel, die Basis auf Amaltheenton (nicht erschlossen) etwa im heutigen Talniveau.

Die hellrotbraunen, feldspathaltigen, mittel- bis grobkörnigen Sande zeigen deutliche Schrägschichtung und sind von dünnen Geröllbändern (Kgr. bis 50 mm) durchzogen.

Eine Probe (Fraktion > 4 mm, Geröllzahl 398) enthielt:

Feldspat	(— 8 mm)	2 %	Arietensandstein	(—14 mm)	+
Quarz	(—14 mm)	34 %	Toneisenstein	(—47 mm)	24 %
Chalzedon	(—20 mm)	3 %	Phosphorit	(—14 mm)	1 %
Keuper-Sandstein	(—29 mm)	10 %	Limonitsandstein	(—10 mm)	5 %
Angulatussandstein	(—42 mm)	19 %			

Gegenüber den älteren Wörnitzsanden von Aufkirchen nimmt der Keuper-Anteil (Quarz, Feldspat, Chalzedon, Sandstein) weiter, z. T. beträchtlich zu, während

der Jura-Anteil erheblich zurückgeht (nur mehr 49 anstatt 82 %). Innerhalb der Jura-Anteile verschiebt sich das Verhältnis zugunsten der älteren Stufen; Dogger- β -Gesteine fehlen bereits. Der geringe Limonitsandstein-Anteil ist hier ganz auf den unteren Lias (oxydierte Pyritsandsteine der Angulatenschichten) zurückzuführen.

Auch das Alter der jüngeren Wörnitzsande kann — mangels Fossilien — nur näherungsweise ermittelt werden, wiederum durch Vergleich mit glaziofluvialen Schottern an Donau und unterem Lech.

Besonders wichtig ist die Überlagerung mit Schlufflehm, offenbar jungpleistozänem Lößlehm, die in ähnlicher Weise auch an Geröllsanden der Wörnitz im Ries (HOLLAUS 1969, 37 ff.) und bei Harburg sowie an Schottern der Kessel SE Brachstadt (GALL 1974, 79 f.) beobachtet wurde und auch für die Hochterrassen der Donau SW Donauwörth sowie des unteren Lechs S Rain am Lech charakteristisch ist. Die Höhe der Terrassen-Oberkanten über Tal beträgt bei diesen — alle auf den gleichen Vorfluter Donau ausgerichteten — Aufschüttungen 10–15 m (Kessel), 4–7 m (Wörnitz), 10–25 m (Donau bei Tapfheim) bzw. 7 bis 15 m (unterer Lech), wobei neben unterschiedlicher Eintiefung und jüngerer Denudation auch verschiedene Alter der einzelnen Terrassen zu berücksichtigen sind. In der Größenordnung besteht jedoch gute Übereinstimmung mit den jüngeren Wörnitz-Geröllsanden westlich des Hesselberges und im Ries.

Während HOLLAUS (1969, 39 f.) diese Ablagerungen der Wörnitz noch mit Vorbehalt ins ältere Jungpleistozän (Würmeiszeit) stellen möchte, dürften sie nach obigen Überlegungen eher dem Mittelpleistozän (Rißeiszeit) angehören, was auch HOLLAUS nicht prinzipiell ausschließt.

Vergleicht man die Geröllfraktion der drei Flußablagerungen von Weiltingen, Aufkirchen und Ruffenhofen miteinander, so ergibt sich mit zunehmendem Alter eine starke Reduktion des Keuper- zugunsten des Jura-Anteils und innerhalb des letzteren wieder eine Verschiebung fast ganz zugunsten des höheren Lias und unteren Doggers. Ursache ist — abgesehen von örtlichen Einflüssen — die stufenweise Erniedrigung der Landoberfläche (siehe S. 74 ff.) sowie das unterschiedliche Transportverhalten. Besonders instruktiv sind hier die älteren Wörnitzsande von Aufkirchen. Während ihre Sandfraktion — feldspatführender Mittel- und Grobsand — noch ganz überwiegend aus umgelagertem Keuper-Material besteht, dominiert in der Geröllfraktion, die bereits den Weiltinger Reliktschottern sehr ähnlich ist, bei weitem der Jura; der Keuper wird fast nur noch durch grobe Quarzgerölle repräsentiert. Ursache ist die leichte Zerstörbarkeit der wenig verfestigten Sandsteinkeuper-Gesteine. Die Geröllsande von Aufkirchen ergäben bei reliktscher Erhaltung (Anreicherung der größten Gerölle durch zunehmende Auswaschung mit sinkender Korngröße, Herabprojizierung usw.) eine grundsätzlich ähnliche Zusammensetzung wie die Reliktschotter von Weiltingen. Diese können somit als größte, noch nicht allzuweit herabprojizierte Erosionsrelikte eines alten Wörnitz-Geröllsandes aufgefaßt werden, dessen besonders hoher Jura-Anteil — sofern nicht überhaupt nur auf Transportauslese zurückzuführen — auf einen aus heute abgetragenen Jura-Gebieten einmündenden Bach hinweisen könnte. Als solcher käme wohl ein Vorläufer des von Süden her über Veitsweiler nach Weiltingen fließenden „Weihergrabens“ in Frage (vgl. auch Abb. 2).

Auch das wahrscheinliche Alter der Reliktschotter von Weiltingen kann näherungsweise ermittelt werden, und zwar durch Vergleich mit glaziofluvialen Schottern des zum gleichen Vorfluter Donau gerichteten unteren Lechs. Ihre ursprüngliche Basis kann aus bereits dargelegten Gründen auf ca. 490 m NN oder etwas darüber (60 m über Wörnitzspiegel) festgelegt werden. Am unteren

Lech befindet sich die Basis der höchstgelegenen Deckterrassenschotter (D 1, älteste Donau-Eiszeit) etwa 55 m über dem heutigen Fluß (SCHAEFER 1953, 24 ff., Abb. 8), während die einer noch älteren Prä-Donau-Vereisung zugeordneten Höhenterrassenschotter (SCHAEFER 1957, 40 ff.) mit ihren Sohlflächen noch bis ca. 85 m (Hohenried) bzw. 80 m (Oberhausen) über den Lech- bzw. Donaupiegel ansteigen. Unter der Annahme einer annähernd gleich starken Tiefenerosion auch der nördlichen Donau-Zuflüsse wären die Weiltinger Wörnitz-Reliktschotter damit dem ältesten Pleistozän (Prädonau- oder Donau-Eiszeit) zuzuordnen; ein höheres Alter (? Oberpliozän) ist allerdings nicht ausgeschlossen.

C. Die Landschaftserniedrigung im Albvorland

Vorkommen herabprojizierter Jura-Gesteinsrelikte, teils als Schleierdecke unmittelbar auf dem Anstehenden, teils in pleistozänem Decklehm, sind aus dem Lias- und Keuper-Gebiet Nordbayerns mehrfach und zum Teil schon länger bekannt.

Besonders hervorzuheben ist das Vorkommen auf dem Heidenberg bei Schwabach, das bereits SCHERZER (1921, 146) entdeckt und in seiner Bedeutung für die Landschaftsgeschichte des Nürnberger Gebietes voll erkannt hat.

Auf der höchsten Kuppe der nordöstlichen Burgsandstein-Vorhöhe dieses Heidenberges — dessen Gipfelplateau noch aus „Rhätsandstein“ aufgebaut wird — fand SCHERZER „massenhaft auch Braunjuragerölle (stammend aus dem harten Eisenoolithflöz des Eisen-sandsteines, Dogger β) und dazu noch wohlerhaltene Versteinerungen („Goldschneckeln“) aus dem Schwarzen und Braunen Jura (*Amaltheus costatus*, *Ammonites Aalensis*, *opalinus* u. a.)“. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. Dr. R. DEHM, der die Lokalität mehrfach besuchte und zu den von SCHERZER erwähnten Arten noch *Lytoceras torulosum* (ZIETEN) und *Alavia* cf. *subpunctata* (MÜNSTER) fand, handelt es sich bei den „Braunjurageröllen“ nicht um echte Flußgerölle, sondern lediglich um kantigen Restschutt. Die Relikte geben Kunde von einer Zeit, in welcher am Heidenberg und seiner Umgebung noch flächenhaft Gesteine des Schwarzen und unteren Braunen Jura anstanden, die später der Abtragung zum Opfer gefallen sind. Dabei wurde von der Basis Oberer Burgsandstein (vgl. BERGER 1967) bis einschließlich Dogger β — legt man die Werte auf den Blättern Roth und Allersberg (BERGER 1967, 1969) zu Grunde — ein Schichtenstoß von nahezu 200 m Mächtigkeit entfernt. Heute befindet sich anstehender Eisensandstein des Braunjura β erst wieder 25 km östlich am Westrand der Fränkischen Alb bei Neumarkt/Oberpfalz.

Das Heidenberg-Vorkommen, das in neuerer Zeit nirgends mehr Erwähnung findet, liegt mit ca. 400 m NN (80 m über Rezatspiegel) etwa in derselben Höhe wie Reliktschotter der Pleinfelder Terrasse 2,5 km südöstlich, auf dem Höhenrücken 1,3 km S Ottersdorf — Tennenlohe (BRUNNACKER 1967), die neben vorwiegend Quarzgeröllen auch Keupersandstein und Dogger β führen (vgl. BRUNNACKER 1967, RÜCKERT 1933, 15). Ein genetischer Zusammenhang mit den Heidenberg-Relikten ist wegen der unterschiedlichen Zusammensetzung zwar nicht anzunehmen, doch können die Schotter einen Anhaltspunkt für das Mindestalter der Denudation geben: BRUNNACKER (1967, 97) ordnet die „Pleinfelder Terrasse“ mit Vorbehalt der „Donau-Eiszeit“ (jüngeres Villafranchium) zu, was durch neuere Ergebnisse aus dem Main-Gebiet (RUTTE 1971) gestützt wird. Unter der Annahme einer ähnlichen Morphologie wie heute müßten die höheren Erhebungen damals noch bis in den Eisensandstein gereicht haben; als Mindestalter der Denudation wäre damit das ältere Pleistozän anzunehmen.

Ähnliche Relikt-vorkommen wie das am Heidenberg wurden später in größerer

Verbreitung auch aus anderen Gebieten bekannt (etwa bei Erlangen — KRUMBECK 1931). BERGER (1965, 1967, 1968, 1971) erwähnt sie aus dem südlichen Mittelfranken im Gebiet der Blätter Abensberg, Roth, Heideck und Spalt. Auch nördlich des Rieses wurde derartiger Reliktschutt mehrfach beschrieben (BARTHEL 1957, 48; GERSTLAUER 1940; TORKZADEH 1966, 48 ff.; u. a.). Als höchste Mindest-Abtragswerte ergeben sich auf Blatt Wassertrüdingen (Dogger β auf oberem Lias δ — TORKZADEH 1966) ca. 120—140 m. In all diesen Fällen ist eine nähere Datierung der Abtragung nicht möglich, ein ziemlich junges Alter — Jungtertiär bis älteres Pleistozän — jedoch wahrscheinlich.

Von besonderer Bedeutung für die Landschaftsgeschichte hat sich nun das Vorkommen SW Weitingen erwiesen; einerseits durch die Mächtigkeit der abgetragenen Schichten, andererseits durch morphologische Position und Auftreten der Relikte.

Die Mindestmächtigkeit des abgetragenen Schichtenstoßes — zu rekonstruieren aus der Differenz zwischen dem jüngsten angetroffenen Relikt (Malm α) und der Unterlage (unterer Lias) — beträgt ca. 180—200 m, wesentlich mehr als im Ostteil des Hesselberg-Gebietes mit 120—140 m bei Cronheim (TORKZADEH 1966, 48 ff.). Es muß zwar hervorgehoben werden, daß nur rekonstruierte Mindestwerte vorliegen, in die örtliche Unterschiede — Gehalt der anstehenden jüngsten Gesteine an widerstandsfähigen Relikten, unterschiedliches altes Relief usw. — eingehen, doch fällt auf, daß der Bereich mit den höchsten Werten nahe an der Ostabdachung des „Fränkischen Schildes“ gelegen ist, wo die jungtertiäre Heraushebung und Abtragung am stärksten war.

Besonders aussagekräftig ist aber der Umstand, daß die Weitingener Relikte in Gestalt fluviatiler Gerölle aus z. T. wenig widerstandsfähigen Sandsteinkomponenten vorliegen. Wie bereits dargelegt, handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um wenig herabprojizierte Reste eines (oberpliozän-) ältestpleistozänen Wörnitz-Geröllsandes in einer ursprünglichen Höhe von etwa 60 m über dem Wörnitzspiegel. Heute lagern sie auf der Schwarzjura-Hochfläche des südwestlichen Hesselberg-Vorlandes zwischen Wörnitz und dem Ries, das aus Gesteinen des unteren und nur noch kleinen Anteilen des mittleren Lias (Lias γ bis tiefster Lias δ) aufgebaut ist. Die Geröllzusammensetzung dagegen weist auf einen hohen Anteil von Braunjura-Gesteinen im Einzugsgebiet hin. Dieses muß daher flächenhaft aus Gesteinen des unteren Braunen Jura (Opalinuston und Eisensandstein), örtlich noch mit Relikten des unteren Weißjura (Impressaschichten) bestanden haben, so wie heute noch die Südliche Frankenalb im Raum Heideck-Thalmässing. Aus hydrogeographischen Gründen kommt eine Herkunft der Schotter nur aus südwestlicher, westlicher bis nördlicher Richtung in Frage. In diesen Gebieten reichen die Höhen heute nur noch bis in den mittleren Lias, die Täler sind schon bis in den Sandsteinkeuper eingetieft. Die Landschaft nördlich des Rieses zur Zeit der Wende Plio-Pleistozän war damit von der heutigen noch wesentlich verschieden.

Im gesamten Hesselberg-Vorland standen noch flächenhaft Braunjura-Gesteine mit örtlichen Relikten aus unterem Weißjura an. In den Tälern der größeren Flüsse (Wörnitz, Sulzach) war erst der Unter-, südlich des Hesselberges sogar erst der obere Mittellias angeschnitten. Am Hesselberg dürften — wie aus der heute noch weitgehend erhaltenen präobermiozänen Landoberfläche der Südlichen Frankenalb (vgl. BIRZER 1969) wenig weiter im Osten zu schließen ist — zwar die Kalke des höheren Weißjura bis etwa zum derzeitigen Niveau schon abgetragen gewesen sein, doch war sein Gipfelplateau sicher noch beträchtlich größer. Darauf weisen dessen steilgeböschte Hänge sowie mächtige Gehängeschutt-, Berg-

sturz- bzw. Bergrutschmassen an der Südflanke hin, die — von BRUNNACKER (1968, 214 f.) wenigstens teilweise ins Pleistozän gestellt — einen starken Schwerkraft-Abtrag noch in jüngerer Zeit belegen. Keupersandstein-Gerölle im pleistozänen Decklehm am Schafhof N Was-sertrüdingen (TORKZADEH 1966, 49), 35 m über dem heutigen Talniveau, geben Zeugnis von einem alten, das Hesselberg-Plateau vom Hahnenkamm trennenden Mühlbachtal.

Noch im jüngeren Altpleistozän müssen südlich der Wörnitz, wie die Geröll-sande von Aufkirchen (S. 70 f.) zeigen, beträchtliche Gebieteile von Gesteinen des Braunen Jura aufgebaut worden sein. Darauf weisen auch pleistozäne Decklehme im Hangenden der Geröllsande hin, die kantige Eisensandstein-Blöcke bis mehrere dm Kantenlänge in Mengen enthalten. Eine Herkunft dieses Solifluktionsschuttes vom Hesselberg ist wegen der Position im Süden der Wörnitzsande wenig wahrschein-lich.

In welchem Verhältnis stand diese plio-pleistozäne Landschaft zu derjenigen unmittelbar vor dem Ries-Ereignis? Darüber geben Verteilung und Lagerung der Ries-Trümmerrmassen Auskunft.

Im nordwestlichen Vorries fehlen, abgesehen von einem gegen das Vorland scharf ab-gesetzten, grobscholligen Gürtel am Riesrand, der noch zum Krater zu rechnen ist, Trüm-mergesteine gänzlich; im Nordosten dagegen sind noch kleine Relikte im Vorland erhalten. Ursprünglich müssen sie auch hier bis mindestens 40 km vom Ries-Zentrum entfernt das ganze Vorland bedeckt haben (GALL, MÜLLER & STÖFFLER 1974). Ihr Fehlen zeigt eindrucks-voll die gewaltige Denudation der Landschaft in diesem Gebiet. Die kleinen Vorkommen um Wassertrüdingen (Lentersheim, Türtel- und Eiselberg — KRANZ 1923, TORKZADEH 1966, KAMPANELLOS 1969), alle noch ziemlich grobschollig, haben eine morphologisch hohe Position gemeinsam: sie liegen auf oder nahe den Kuppen von Hügeln, im Bereich des tiefen Ost-randes der „Hesselbergmulde“. Offensichtlich handelt es sich um Relikte mächtiger Talfül-lungen, welche die weicheren Lias- und Unterdogger-Tonmergel vor Erosion geschützt ha-ben, aber ihrerseits nur in tektonisch tieferer Lage erhalten bleiben konnten. Die Sohlen die-ser Täler reichten bis in den untersten Braunjura (Opalinuston) bzw. den obersten Mittel-las (Amaltheenton) herab. Verbreitung, Zusammensetzung und Lagerung der gesamten Trümmerrmassen um das Ries belegen, daß wenigstens im Bereich der Albtal die Haupt-flüsse Egau, Kessel (Unterlauf) und Wörnitz bereits bis zur heutigen Tiefe oder noch etwas darunter eingetieft waren und der Weißjura-Albtrauf schon fast seine heutige Lage erreicht hatte (u. a. SCHRÖDER & DEHM 1950, HÜTTNER 1961, FESSELDT 1963). Der Braunjura-Stu-fenrand dagegen, der heute im Riesgebiet m. o. w. mit dem Weißjura-Albtrauf zusammen-fällt, dürfte damals — wahrscheinlich in größere Inseln aufgelöst — noch weit im Vorland gelegen haben. Ähnliche Vorstellungen vom Bau des N-Vorrieses hat — ausgehend von hochgelegenen Riessee-Randkonglomeraten — bereits ZÖLLNER (1946, 77 ff.) abgeleitet.

In größerer Ries-Entfernung waren auch die Flußtäler z. T. noch nicht bis zum heutigen Niveau eingetieft. Das kann z. B. an der Fränkischen Rezat bei Spalt gezeigt werden, deren Talsohle zur Zeit der Ries-Katastrophe — belegt durch postriesische, obermiozäne Konglo-merate — 30—40 m über der heutigen lag.

Die Landschaft im Obermiozän kurz vor dem Ries-Ereignis war demnach der-jenigen an der Wende Plio-/Pleistozän ziemlich ähnlich; die Denudation der prä-riesischen Landoberfläche bis zum Beginn des Pleistozäns relativ gering.

Im höheren Torton wurde durch die Trümmerrmassen das gesamte präriesische Gewässernetz verschüttet. Die betroffenen Flüsse wurden aufgestaut und begannen verstärkt zu sedimentieren. Wo derartige Sedimente z. T. aus Süßwasserkalken be-standen, wie z. B. im Bereich des am Westrand der Nördlichen Frankenalb südwärts gegen Treuchtlingen und die heutige Lech-Mündung verlaufenden Urmains (vgl. BIRZER 1969), konnten sie in Relikten bis heute erhalten bleiben; wo sie dagegen — mangels kalkiger Gesteine im Einzugsgebiet — nur aus Tonen, Sanden und Schot-

tern zusammengesetzt waren, wie etwa im Bereich der Wörnitz oder oberen Altmühl, sind sie der Abtragung zum Opfer gefallen.

Wenig später griff im Zuge regionaler Absenkung die Sedimentation der jüngeren Oberen Süßwassermolasse (Hangendserie) mit den Nordschüttungen der Monheimer Höhensande und Ureger-Geröllsande auch auf das nördliche Vorries über und verschüttete die Landschaft an der Wende Mio-/Pliozän bis zu den höchsten Höhen: Postriesische Reliefplombierung (SCHRÖDER & DEHM 1950, GALL & MÜLLER 1970, GALL 1971). Im Unterpliozän kam die Molassesedimentation zum Erliegen. Die subalpine Vortiefe begann sich herauszuheben; als Folge entstand das heutige Donausystem mit seinen Nebenflüssen.

Auch Wörnitz, Altmühl und Urmain begannen sich wieder einzutiefen; zunächst nur in flachen Tälern, die in die Aufschüttungsebene der jüngsten Molasse und der von Norden einmündenden Schwemmfächer eingeschnitten waren. Gerölle der zugehörigen „Hochschotter“ sind — mehr oder weniger weit herabprojiziert — auf der Albhochfläche in größeren Relikten noch erhalten: Schotter der Ureger, des Urains und der Urdonau (u. a. GALL 1971); im Vorland sind sie aber gänzlich verschwunden.

Schon während des Pliozäns wurden mit fortschreitender Erosion und Denudation die Sedimente der postriesischen „Plombierung“ und auch ein großer Teil der Trümmermassen im nördlichen Vorries wieder entfernt. Die Flüsse in diesem Bereich fanden im allgemeinen ihre alten Täler wieder.

Anders lagen die Verhältnisse offenbar bei der Wörnitz, die von der Ries-Katastrophe in stärkstem Maße betroffen wurde. Aus morphologisch-hydrogeographischen Gründen liegt die Vermutung nahe, daß die Wörnitz vor der Ries-Entstehung von Schillingsfürst über Dinkelsbühl—Wilburgstetten dem heutigen Lauf folgend und von da in geradliniger Fortsetzung über die Einsenkung östlich Rühlingstetten, das Tal der heutigen Mauch und der unteren Eger (ab Deiningen) bis Hoppingen floß, von wo ab sie parallel ihrem heutigen Unterlauf bis zu ihrer Mündung in die „Donau-Depression“ am Nordrand des Molassebogens etwa bei Donauwörth folgte.

Durch die Talverschüttung in Riesnähe mit zunehmend mächtigen Trümmermassen war sie später gezwungen sich einen neuen Lauf zu suchen und floß jetzt tangential zum Krater von Wilburgstetten ab nach Osten über Wassertrüdingen und nördlich des Hahnenkammes zur unteren Altmühl. Möglicherweise hat sie diesen Lauf kurzfristig schon in der Zeit zwischen Ries-Ereignis und dem Einsetzen der postriesischen Plombierung während des Jung-Obermiozäns genommen und bei der erneuten Eintiefung im Pliozän wieder gefunden. Die nächste Phase hätte dann in einer Anzapfung durch ein aus dem Ries nach Südosten, entlang dem Wörnitz-Unterlauf zur Donau fließendes Fließchen bei Wassertrüdingen bestanden, das durch seinen kürzeren Weg zur Donau und die leicht ausräumbaren weichen Riesseetone im Oberlauf der Wörnitz an Erosionskraft überlegen gewesen wäre. Man könnte so den eigenartigen Richtungswechsel der Wörnitz bei Wassertrüdingen von bisher W—E nach N—S unschwer verstehen.

Diese Vorstellungen müssen freilich mangels sicherer Belege, wie z. B. Geröllfunde — die aber wegen des Fehlens geeigneter, gegen Umlagerung resistenter spezifischer Gesteine im Oberlauf kaum zu erwarten sind — vorerst hypothetisch bleiben.

Zu Beginn des Pleistozäns war die präriesische Landoberfläche im N-Vorries wieder exhumiert, aber noch nicht nennenswert denudiert. Die Täler zu dieser Zeit waren bereits stärker eingetieft, lagen jedoch noch bis über 50 m über den heutigen. Altersgleich mit den Wörnitz-Ablagerungen bei Weitingen dürften die „Pleinfelder Terrasse“ am Urmain (S. 73), die „Hauptterrasse“ der Altmühl-Donau zwischen Rennertshofen und Kelheim sowie die „Staufenberg-Terrassentreppe“ an der

Wertach (SCHAEFER 1957, 40 ff.) und die „Höhenterrassenschotter“ am unteren Lech (SCHAEFER 1953, 1957) sein. Nur im Bereich der aus widerstandsfähigen Weißjurakalken aufgebauten Alb, wo eine pliozäne Eintiefung der Donau von mindestens 80 m (SW Dollnstein) bis über 120 m (N Riedenburg) nachweisbar ist, hat sich die präriesische Landoberfläche bis heute erhalten. Nur hier blieben auch Reste der „postriesischen Plombierung“ — Ureger-Geröllsande, Monheimer Höhensande und die OSM-Kleinkiessande von Graisbach — von der Abtragung verschont (GALL 1971).

In den aus nicht verkarsteten, leicht abschlämmbaren Gesteinen aufgebauten Gebieten des Albvorlandes und des Molassebeckens aber wurde die Landoberfläche erheblich tiefer gelegt; im Molassebecken kam es sogar zur Umkehr des Reliefs. Im Bereich des besonders kräftig gehobenen „Fränkischen Schildes“ nordwestlich des Rieses erreichte die pleistozäne Denudation örtlich Beträge bis über 150 m (SW Weiltingen). Daraus wird verständlich, daß hier sämtliche Reste der Riestrümmermassen und der „postriesischen Zuschüttungsphase“ verschwunden sind, während sich östlich des Hesselberges und im Bereich des ehemaligen Urmains geringe Relikte davon bis heute erhalten konnten.

Man könnte einwenden, daß sich die Geröllzusammensetzung der Weiltinger Relikt-schotter auch von Ries-Schuttmassen in flächenhafter Verbreitung ableiten ließe, die ja im Norden des Rieses vorwiegend aus Braunjura-Gesteinen zusammengesetzt sind. Tatsächlich ist dies nicht leichtfertig von der Hand zu weisen, da gegen Umlagerung resistente riesspezifische Komponenten (z. B. Kristallin, Suevit-Gläser etc.) in den kraterferneren Riesgesteinen nur mehr untergeordnet anzutreffen sind und daher im Schotter leicht der Beobachtung entgehen könnten. Vergrieste Gesteine andererseits würden — mangels eines harten, nicht-karbonatischen Bindemittels — bei der Umlagerung in ihre intern nicht beanspruchten Breccienkomponenten zerfallen. Die pleistozäne Denudation wäre dann etwas geringer anzusetzen, müßte aber wegen der vollständigen Entfernung aller Riesgesteine, deren weite Verbreitung an der Wende Plio-/Pleistozän zu fordern wäre, immer noch beträchtliche Ausmaße erreicht haben.

In jedem Falle stellen die Weiltinger Wörnitz-Relikt-schotter ein wertvolles Dokument zur Rekonstruktion der jüngeren Landschaftsgeschichte im Alb-Vorland Nordbayerns dar.

D. Angeführte Schriften

- BARTHEL, K. W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Fremdingen. — *Geologica Bavarica* 32, 64 S., 10 Abb., 1 geol. Karte, München 1957.
- BERGER, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6731 Abensberg. — 78 S., München 1965.
- BERGER, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6732 Roth b. Nürnberg. — 128 S., München 1967.
- BERGER, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6832 Heideck. — 115 S., München 1968.
- BERGER, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6733 Allersberg. — 135 S., München 1969.
- BERGER, K.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6831 Spalt. — 212 S., München 1971.
- BIRZER, F.: Molasse und Ries-Schutt im westlichen Teil der Südlichen Frankenalb. — *Geol. Bl. NO-Bayern*, 19, 1/2, 1—28, 2 Abb., 1 Taf., Erlangen 1969.
- BRUNNACKER, K.: Über einen Terrassenrest am Wörnitzgrund bei Aufkirchen (Hesselberg). — *Geol. Bl. NO-Bayern*, 2, S. 110, Erlangen 1952.

- BRUNNACKER, K.: Einige Schotteranalysen aus dem Urmaintal zwischen Schwabach und Treuchtlingen. — Geol. Bl. NO-Bayern, 17, 2, 92—99, 1 Abb., 4 Taf., Erlangen 1967.
- BRUNNACKER, K.: Flächenzahlen an Schuttstücken als Gradmesser der Frostverwitterung. — Geol. Bl. NO-Bayern, 18, 4, 209—217; 4 Abb., 3 Tab., Erlangen 1968.
- EMMERT, U.: Keuper. In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000, 91—120, 9 Abb., München 1964.
- FESEFELDT, K.: Der Obere Malm im südlichen Vorries. — Erlanger geol. Abh., 47, 33 S., 7 Abb., 1 geol. Spezialkarte, Erlangen 1963.
- FREYBERG, B. v.: Das Muttergestein der Limonitsandsteine im Doggersandstein der Fränkischen Alb. — Geol. Bl. NO-Bayern, 18, 1, 1—10, Erlangen 1968.
- GALL, H.: Obere Süßwassermolasse (Hangendserie) über Riestrümmermassen bei Graisbach (südöstliches Vorries) und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte der Schwäbisch-Fränkischen Alb. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 11, 295 bis 327, 6 Abb., München 1971.
- GALL, H.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des südöstlichen Vorrieses zwischen Höchstädt a. d. Donau und Donauwörth. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 145, 1, 58 bis 95, 4 Abb., Stuttgart 1974.
- GALL, H. & MÜLLER, D.: Die Monheimer Höhensande. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., N. F. 52, 113—131, Stuttgart 1970.
- GALL, H., MÜLLER, D. & STÖFFLER, D.: Verteilung, Eigenschaften und Entstehung der Auswurfsmassen des Impakt-Kraters Nördlinger Ries. — Geol. Rdsch., 1974 — [im Druck].
- GERSTLAUER, K.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Oettingen. — Mitt. Reichsst. Bodenforsch., Zweigst. München, 35, 1—71, 16 Abb., 1 geol. Karte, München 1940.
- HOLLAUS, E.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet der Blätter Nördlingen-Ost und Nördlingen-West, mit besonderer Berücksichtigung der Pleistozän-Ablagerungen. — Inaug.-Diss. Univ. München, 85 S., 8 Abb., 1 geol. Karte, München 1969.
- HÜTTNER, R.: Geologischer Bau und Landschaftsgeschichte des östlichen Härtsfeldes (Schwäbische Alb). — Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 4, 49—125, Freiburg/Br. 1961.
- IBRAHIM, A. H.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Hesselberg-Gebiet, SE-Quadrant (mittlerer Teil) des Gradabteilungsblattes Weiltingen 6928. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 68 S., München 1970 — [Mskr.].
- KAMPANELLOS, J.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Fränkischen Jura, SE-Gradabteilungsblatt 6929 Wassertrüdingen und 6930 Heidenheim am Hahnenkamm. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 74 S., München 1969 — [Mskr.].
- KRANZ, W.: Weitere Beiträge zum Nördlinger Ries-Problem. — Cbl. Miner. etc., 1923, 278—285, 301—309, Stuttgart 1923.
- KRUMBECK, L.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Erlangen-Nord, Nr. 161. — 86 S., München 1931.
- RÜCKERT, L.: Zur Flußgeschichte und Morphologie des Rednitzgebietes. — Heimatkdl. Arb. Geogr. Inst. Univ. Erlangen, 7, 86 S., 12 Abb., 4 Taf., Erlangen 1933.
- RUTTE, E.: Pliopleistozäne Daten zur Änderung der Hauptabdachung im Main-Gebiet, Süddeutschland. — Z. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. 12, 51—72, 1 Abb., Berlin-Stuttgart 1971.
- SCHIAFFER, I.: Die donauzeitszeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. — Geologica Bavaria 19, 13—64, 15 Abb., München 1953.
- SCHIAFFER, I.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1:50 000. — 92 S., 4 Abb., 2 Beil., 1 geol. Karte, München 1957.
- SCHERZER, H.: Geologisch-botanische Heimatkunde von Nürnberg und Umgebung. — 248 S., Nürnberg 1921.
- SCHMIDT-KALFR, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000. Blatt Nr. 6930 Heidenheim. — 120 S., 24 Abb., 7 Tab., 1 Beil., 1 geol. Karte, München 1970.

- SCHRÖDER, J. & DEHM, R.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Blattes Harburg. — Abh. naturw. Ver. Schwaben, 5, 147 S., Augsburg 1950.
- TORKZADEH, N.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Hesselberg-Gebiet, NE-Quadrant des Positionsblattes Wassertrüdingen 382. — Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 74 S., München 1966 — [Mskr.].
- ZÖLLNER, W.: Geologische Untersuchungen im Ries. Das Gebiet des Meßtischblattes Heidenheim. — Inaug.-Diss. Univ. Bern, 87 S., 5 Taf., 1 geol. Karte, Konstanz 1946.